

УДК 72.04.03

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ 3D-ПЕЧАТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Дьяконов В.Ю., студент гр. ПЗб-151, II курс

Захарова И. В., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф.

Горбачева г. Кемерово

Сегодня сложно сказать, кто первым додумался попробовать напечатать на 3D принтере жилой дом, но уже сейчас понятно, что в недалеком будущем технология трехмерной печати станет неотъемлемой частью строительного дела.

В начале двухтысячных годов сразу несколько независимых друг от друга групп ученых начали исследования в области применения технологии 3D печати в строительстве.

### Case studies

3-D printing of homes and buildings is not ready to go commercial yet, but the technology has been developed to the point where full-sized testing has been accomplished. In fact, Chinese company WinSun Decoration Design Engineering Co. (WinSun) first showcased its innovative skills and the capabilities of 3-D printing in 2014 – constructing 10 houses in less than 24 hours, each costing just \$5,000. Although the houses aren't initially equipped with plumbing, electrical wiring or insulation, they are designed to accommodate the addition of these systems after construction. Most recently, WinSun used the same technology in 2015 to construct two buildings that represent new frontiers for 3-D printed construction: a five-story apartment block and a 1,100 square meter mansion complete with internal and external decoration.



The WinSun buildings were created using a custom-made giant printer, measuring 6.6 meters wide by 10 meters tall that took the company 12 years to develop. Printing horizontal layers of “ink” – a mixture of glass fiber, steel, cement, hardening agents and recycled construction waste – the machine creates several

large building sections that are then assembled together to create the final structure, much like other prefabricated materials are used to create smaller scale projects



within a building.

Other companies, institutions and designers around the globe are planning to use 3-D printing to push the limits of the new technology and oust traditional construction methods, including researchers at MIT who are looking to print a pavilion by imitating the way a silkworm builds its cocoon and DUS Architects in Amsterdam announced a project to print, room by room, a canal house in the city using a homemade portable printer located inside an upended shipping container.

### **Impact on Construction and Housing Markets**

Despite the many ways 3-D printing could enhance architectural design and capabilities, as well as reduce costs for construction companies, homeowners and businesses, there are a few possible pitfalls:

1. **Job Loss:** Because 3-D printing requires fewer hands on deck, it has the potential to put a lot of construction workers out of business. Jobs that once required skilled laborers, such drywall installation, bricklaying or other highly trained craftsmen, are essentially replaced by a printer.
2. **Material Quality:** Utilizing new materials without insights into long-term health could put us in a similar situation to that of asbestos – a once common building material that was later found to pose serious safety hazards.
3. **Material Diversity:** Traditional buildings are made from different materials: concrete, drywall, steel beams, etc. However, with 3-D printing, materials used per project might be limited due to a printers' inability to produce designs with multiple materials.
4. **Transportation and Storage:** The larger the project, the larger the printer and volume of materials needed, which could make transportation and on-site storage an issue.

5. **High Risk of Error:** While human error is always a possibility on traditional job sites, when it comes to 3-D printing, any errors in the digital model can result in problematic issues on-site during the printing and construction phase. If the problem isn't caught in time, materials could be lost and undermine the initial cost savings.
6. **Trickle-Down Effect:** With their products no longer required for building, not only will the construction industry see job loss, but conventional product manufacturing companies and equipment rental companies could suffer as well.

Whether the future use of 3-D printing will be to create new aesthetic structures or to provide low-cost housing, it is clear that the technology will change the construction industry forever. In spite of the concerns, 3-D printing's use in construction shows no signs of slowing down. If companies continue to innovate and test the technology, we may someday live in printed homes and work in printed skyscrapers.

Here are five advantages that 3D printing brings to construction:

1. **Reduced supply costs:** China-based 3D printing construction company WinSun, "expects 3D printing will save construction companies up to 50% on the cost" of building a house. This could prove to be a lifesaver for construction managers with access to this technology.
2. **Global Development:** Often as automation and mechanization rises, prices drop. 3D printing is an affordable way to create housing for the impoverished in need of adequate shelter.
3. **Greener Construction:** Wealth Daily suggests that with the advent of 3D printing, "The use of lumber in the home's framework would be spared." This is a great advancement for "green" construction firms, and a frightening development for the lumber industry.
4. **Improved Project Planning:** An important part of every project plan is the design. With 3D printing, companies will be able to quickly and inexpensively create models to have as a visual representation of the project as well as help pinpoint problem areas and avoid delays.
5. **Clarify Client Expectations:** Now construction professionals and their customers will be able to communicate clearly and efficiently. Even if the customer has no architectural background, he will be better able to express his needs, and ensure that everyone is on the same page.

Усовершенствованная цементная формула укладывается методом экструдирования, что позволяет значительно упростить строительные работы, так как исключается необходимость в опалубке. Готовые бетонные фигуры легко поддаются корректировке и отделочным работам.

Эксперименты британских инженеров не прошли бесследно. Их идея вызвала живой интерес ученых из Южно-Калифорнийского университета. Они предложили использовать огромные машины для 3D-печати непосредственно на строительных площадках.

На данный момент в патентное бюро США был направлен проект под названием Contour Crafting, на основе которого планируется собрать огромный принтер, который сможет печатать дома в сборе: не только несущие стены, но и проводку вместе с сантехникой.

Компании, опередившие время

В шанхайской компании Shanghai WinSun Decoration Design Engineering Co не стали дожидаться, пока американские конструкторы соберут футуристическую машину. Вместо этого предприимчивые инженеры собрали собственный 3D-принтер WinSun, поразивший мировую общественность в первую очередь своими размерами.

Аппарат 150 метров длиной и 10 метров шириной способен всего за несколько часов напечатать здание высотой до 6 метров. 3d строительный принтер WinSun в качестве «чернил» использует цемент, усиленный стекловолокном.

Компания уже применила свое изобретение на практике. Пока речь идет про недорогое, несложное одноэтажное жилье, однако в Shanghai WinSun переполнены энтузиазмом. Тестовые образцы обошлись предприятию на 50% дешевле, чем при использовании классических методов строительства.

Справедливости ради, стоит заметить, что опытные образцы домов, несущие стены которых напечатаны с помощью принтера, появились не только в Шанхае. В США активно развивается частный проект по строительству жилых конструкций. Руководит ним молодой и амбиционный инженер Андрей Руденко.

Пока работа над основным проектом находится в самом разгаре, Руденко решил продемонстрировать общественности, на что способен принтер, собранный по его технологии.

В результате в Миннесоте появился небольшой импровизированный замок, доказывающий, что идеи Андрея имеют право на реализацию:

Дом, напечатанный на 3d принтере по доступной цене

Словенская компания BetAbram занялась серийным производством строительных принтеров. На данный момент модельный ряд продукции словенского производителя ограничен тремя моделями – P1, P2 и P3.

Стоимость бюджетной модели составит «всего» 12000 евро, в то время как флагманы линейки будут продаваться по цене от 20000 евро. Учитывая, что

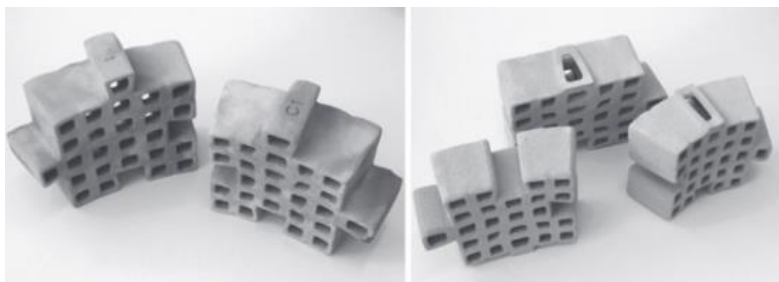
аппарат может печатать несущие конструкции, его стоимость полностью себя оправдывает. Но что более важно, окупает себя с лихвой.

3d принтер и строительство домов, как взаимодополняющие элементы.

В Нидерландах решили пойти немного другим путем. Исследователи, представляющие лабораторию Sabin Design при Корнельском университете, решили, что современная промышленность не готова к печати домов целиком. Вместо этого они сосредоточили свои усилия на печати керамических кирпичей.

Ученые решили обойти традиционные трудоемкие методы строительных работ, заменив шлакоблоки, цементный раствор и физический труд с помощью изделия под названием PolyBricks.

Специалисты из Sabin Design решили отказаться от традиционных клеящих составов. Кирпичи Polybrick создавались с учетом классических столярных технологий, применяющихся строителями для скрепления между собой деревянных изделий. Другими словами, кирпичные блоки проектируются таким образом, чтобы сила тяжести соединяла между собой все детали конструкции.



Список литературы:

1. 3D concrete printer [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/3D\\_concrete\\_printer](https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/3D_concrete_printer)
2. 5 Ways 3D Printing is Changing the Construction Industry [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.thebalance.com/3d-printing-construction-industry-3>.Каталог 3d принтеров на Российском рынке [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://specavia.pro/catalog/stroitelnye-3d-printery/>
4. Дома на Марсе [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://kontur.ru/articles/4292>
5. Первый опыт печати [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://3dtoday.ru/blogs/specavia/first-experience-printing-on-building-a-3d-printer/>
6. Новости строительства [Электронный ресурс] – Режим

---

доступа:<http://www.3dpulse.ru/news/stroitelstvo/>

7. Печать домов на 3D принтере [Электронный ресурс] – Режим доступа:  
<https://make-3d.ru/articles/3d-printer-dlya-pechati-domov/>

8. Top 10 3D printed construction innovations [Электронный ресурс] –  
Режим доступа:<https://3dprintingindustry.com/news/top-10-3d-printed-construction-innovations-83578/>